

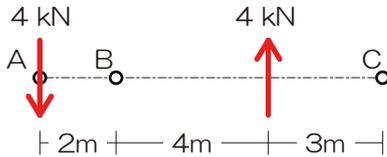
『解法 01』 モーメント

難度：☆☆☆

コスパ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

図のような平行な二つの力 P_1 、 P_2 による A、B、C の各点におけるモーメント M_A 、 M_B 、 M_C の値を求めよ。ただし、モーメントの符号は時計回りを正とする。【H18】



『解法 01』 任意の点のモーメント

- 1) 作用線を図示
- 2) モーメントを求める点から作用線までの垂線を図示
- 3) モーメントを求める点から作用線と垂線の交点までの距離を示す
- 4) モーメント=力の大きさ×上記の距離(力⇒距離⇒符号の順番で3ステップで計算しましょう)
- 5) 複数の力によるモーメントを合算

解答： $M_A = M_B = M_C = -24[\text{kNm}]$

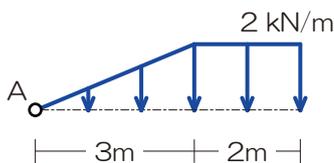
『解法 02』 力の合成

難度：☆☆☆

コスパ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

図のような分布荷重の合力の作用線から A 点までの距離を求めよ。【H23 改】



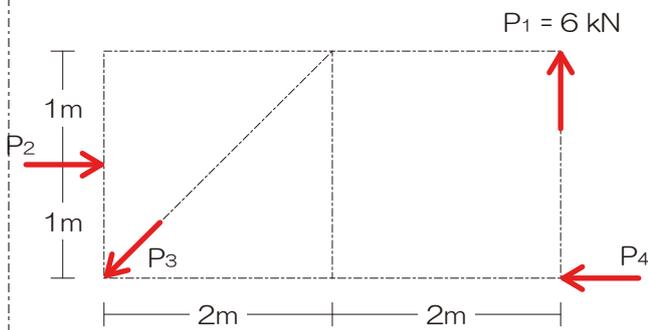
『解法 02』 力の合成 (バリニオンの定理)

- 1) 分布荷重を単純図形に分割、それぞれを集中荷重へ
- 2) 基準となる点を指定 (今回は A 点指定)
- 3) 上記点における合成前のモーメント算定
- 4) 合成後の力の大きさを算定
- 5) 合成後の力の位置を仮定
⇒ 1) の点からの距離を x と仮定
- 6) 合成後の力による 1) の点におけるモーメント算定
- 7) 3) のモーメント=6) のモーメントより x を算定

解答： A 点から右 3.1 m の位置に下方 7 kN



図のような4つの力P1~P4がつり合っているとき、P4の値を求めよ。【H20改】

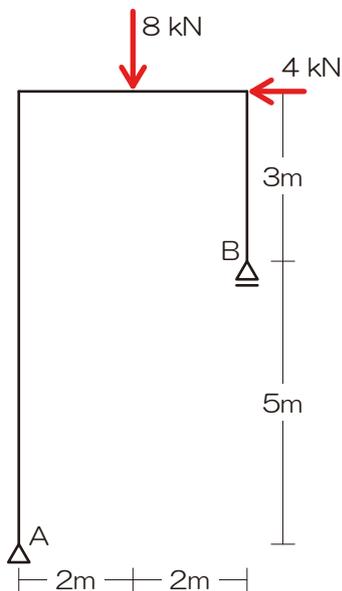


『解法 O3』 未知力算定

- 1) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 2) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 3) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 4) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目、平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目

解答：P₄ = 18 kN

図のような外力を受ける静定ラーメンの支点A・Bに生じる鉛直反力を求めよ。ただし上方をプラスとする。【H18】



『解法 O4』 支点の反力

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 求めたい未知力（ターゲット）を○チェック
- 3) ターゲット以外の未知力を△チェック
- 4) ターゲット以外の未知力の作用線を図示
- 5) 上記作用線が交差するなら⇒交点のモーメントに着目、平行なら⇒直行する軸のつり合いに着目
- 6) 残りの反力はそれ以外のカード（つり合い式）を用いて求める

解答：V_A = 12 kN、V_B = -4 kN



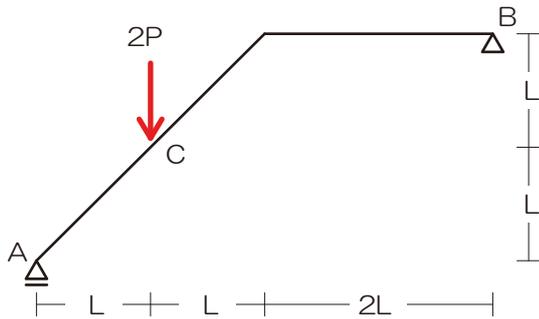
『解法 05』 梁の応力

難度：★★☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

図のような荷重を受ける架構における、C 点の曲げモーメントを求めよ。【H19 (1 級)】



『解法 05』 梁の応力

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断!】
- 3) 計算対象を【選択!】
- 4) もし、未知力が入っていたら、未知力を求める
- 5) 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

解答：3PL/2

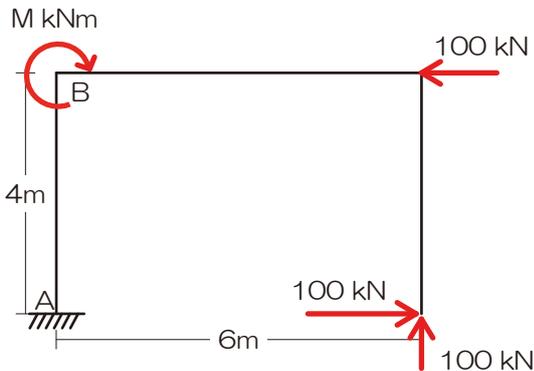
『解法 06』 ラーメンの応力

難度：★★☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

図のような荷重を受けるラーメンにおいて、A 点に曲げモーメントが生じない場合の、B 点に作用するモーメントの値 M を求めよ。【H13 (1 級)】



『解法 06』 ラーメンの応力

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を【切断!】
- 3) 計算対象を【選択!】
- 4) もし、未知力が入っていたら、未知力を求める
- 5) 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

解答：1000[kNm]



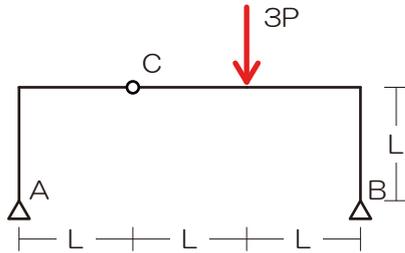
『解法 07』 3 ヒンジラーメン

難度：★★★

コスバ：♡♡♡

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

図のような荷重が作用する 3 ヒンジラーメンにおいて、A 点における水平反力の大きさを求めよ。【H24 (1 級)】



『解法 07』 3 ヒンジラーメンの反力

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) ヒンジ点でのモーメント 0 より反力の 1 つを消去
- 3) 以降は力のつり合いより未知力を求める

解答： $H_A = P$

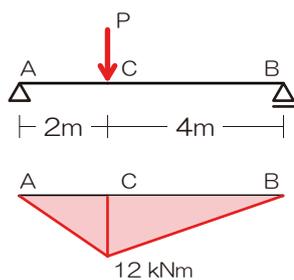
『解法 08』 応力図

難度：★★☆

コスバ：♡♡♡

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

以下の図のような曲げモーメント図となる場合における A-C 間のせん断力を求めよ。【H27】



『解法 08』 応力図

- 1) 応力が変化する可能性のある点 (支点・節点・荷重点) を確認
- 2) 上記点にて切断し、計算対象側を選択
- 3) 計算対象側のそれぞれの力にてクルクルドン

解答：6[kN]



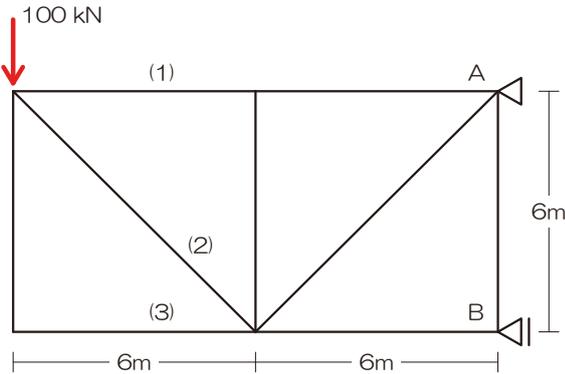
『解法 09』 トラス

難度：★★☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

図のような外力を受ける静定トラスにおいて、部材 (1)・(2)・(3) に生じる軸方向力を求めよ。



『解法 09』 トラスの応力

- 1) 反力を図示
- 2) 【切断】面を決定 ⇒ 計算対象側を【選択】
- 3) 切断された部材内の応力を仮定
- 4) 力のつり合いにて未知力を算定

解答： $N_{(1)}=100$ [kN]、 $N_{(2)}=-100\sqrt{2}$ [kN]、 $N_{(3)}=0$ [kN]

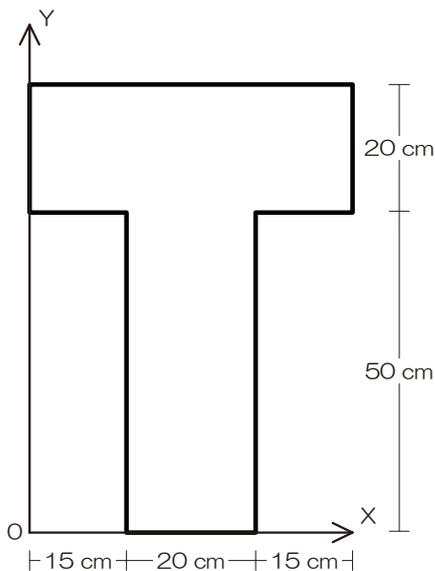
『解法 10』 図心 (断面 1 次 M)

難度：★☆☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

以下の断面の図心の位置を求めよ。なお、底部からの距離で示せ。



『解法 10』 図心 (断面一次モーメント)

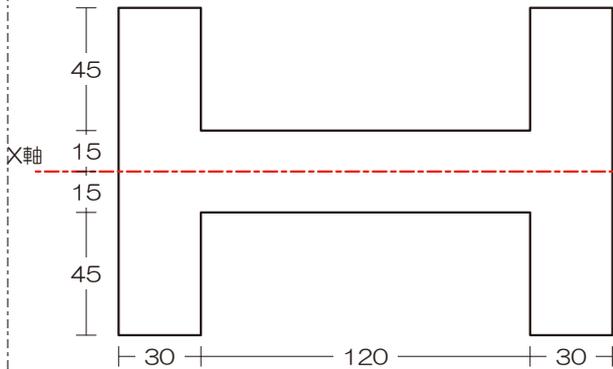
- 1) 軸を確認
- 2) 矩形 (長方形) に分割 (お好きなように…)
- 3) 断面全体の断面 1 次モーメントを求める
- 4) 断面 1 次モーメントの合計を全断面積で除す

解答：42.5[cm]



『解法 11』 断面 2 次モーメント 難度：☆☆☆ コスパ：♥♥♥ H27 H26 H25 H24 H23
 H22 H21 H20 H19 H18

図のような断面の X 軸に関する断面二次モーメントを求めよ。ただし、図中の単位は mm とする。【H19 (1 級)】



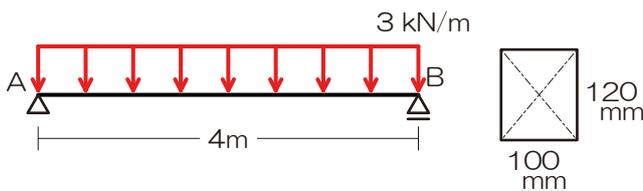
『解法 11』 断面 2 次モーメント

- 1) 軸チェック
- 2) 図心が等しくなるように断面を分割
- 3) 各断面の断面 2 次モーメントを求め足し引き

解答： 8.91×10^6 [mm⁴]

『解法 12』 応力度 難度：★★★ コスパ：♥♥♥ H27 H26 H25 H24 H23
 H22 H21 H20 H19 H18

以下の構造物における最大曲げ応力度を求めよ。



『解法 12』 応力度

- 1) 反力を図示
- 2) 応力が切り替わる可能性のある箇所をチェック
- 3) 単位を [N][mm] に変換
- 4) 生じる最大の応力を求める (解法：応力参照)
- 5) 断面諸係数を求める (解法：断面係数等参照)
- 6) 最大の応力度を求める

解答：25 [N/mm²]



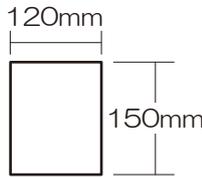
『解法 13』 許容応力度

難度：★★★★

コスバ：♥♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

以下の断面の許容せん断力を求めよ。ただし、使用している材料の許容せん断応力度は $1.5\text{[N/mm}^2\text{]}$ とする。



『解法 13』 許容応力度

- 1) 反力を図示
- 2) 応力が切り替わる可能性のある箇所をチェック
- 3) 単位を [N][mm] に変換
- 4) 生じる最大の応力を求める (解法：応力参照)
- 5) 断面諸係数を求める
- 6) 最大の応力度を求める
- 7) 許容応力度計算

解答：18,000[N]

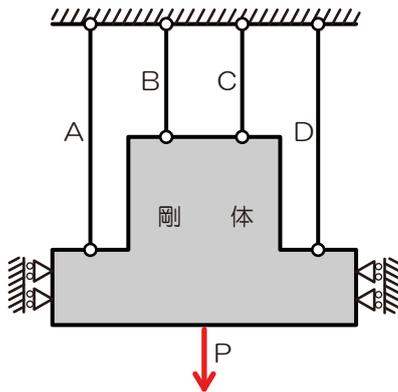
『解法 14』 ひずみ

難度：★★★

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

図のような剛体に結合されている部材 A~D が、弾性変形の範囲で同一の変形 (伸び) となるように力 P を下方に加えた場合、部材 A~D に生じる垂直応力度の大小関係を示せ。ただし、部材 A~D の断面積は同一とし、ヤング係数 E および長さ L は下表に示す値である。また、部材 A~D および剛体の自重は無視するものとする。【H18】



『解法 14』 ひずみ

- 1) ひずみの公式より各材のひずみを求める

解答： $B > A = C > D$



『解法 15』 たわみ

難度：★★☆

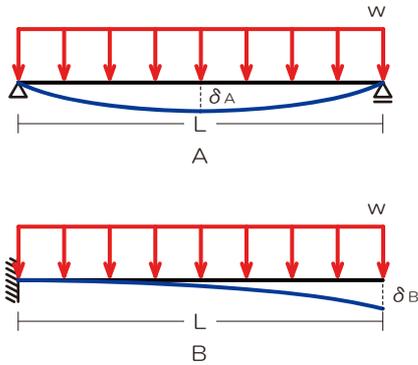
コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

図のような 2 つの梁の最大たわみの比を求めよ。【H23 (1 級)】

『過去問解法手順 15』 たわみ

1) 公式に代入



解答： $\delta_A : \delta_B = 5 : 48$

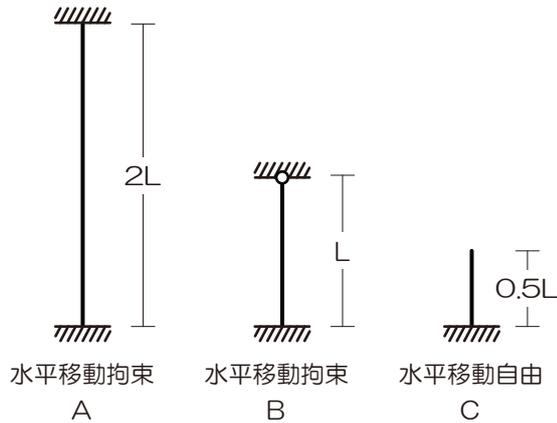
『解法 16』 座屈

難度：☆☆☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18

図のような材の長さおよび材端の支持条件が異なる柱 A・B・C の弾性座屈荷重の大小を比較せよ。ただし、すべての柱は等質等断面とする。【H18】



『解法 16』 座屈

- 1) 上端の移動をチェック
- 2) 支点の形状をチェック
- 3) 上記 2 点より座屈の状況を図示
- 4) 座屈の状況より座屈長さを算定
- 5) 弾性座屈荷重の大小を比較

解答： $P_B > P_A = P_C$



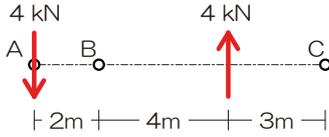
【解答】

『解法 01』 モーメント

難度：☆☆☆

コスパ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



$$M_A = 4 \times 0 - 4 \times 6 = -24 [kNm]$$

$$M_B = -4 \times 2 - 4 \times 4 = -24 [kNm]$$

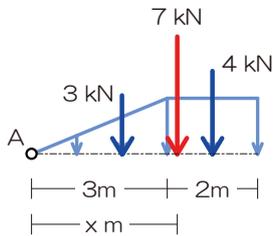
$$M_C = -4 \times 9 + 4 \times 3 = -24 [kNm]$$

『解法 02』 力の合成

難度：☆☆☆

コスパ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



合成前の A 点のモーメント

$$M_{AB} = +3 \times 2 + 4 \times 4 = 22 [kNm]$$

合成後の荷重は

$$P = -3 - 4 = -7 [kN]$$

合成後の A 点のモーメント

$$M_{AF} = +7 \times x = 7x [kNm]$$

合成前後で A 点のモーメントは等しいので

$$M_A = 22 = 7x$$

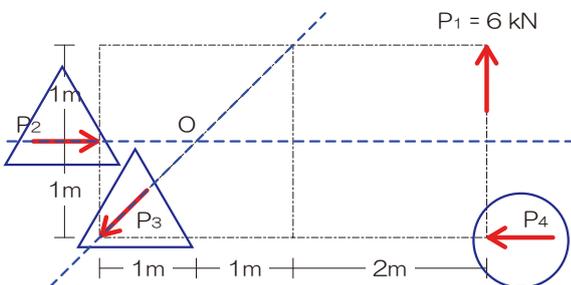
$$x = 3.1 [m]$$

『解法 03』 未知力算定

難度：☆☆☆

コスパ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



ターゲット以外の未知 2 力の交点 O に着目

$$M_O = +P_4 \times 1 - 6 \times 3 = 0$$

$$P_4 = 18 [kN]$$

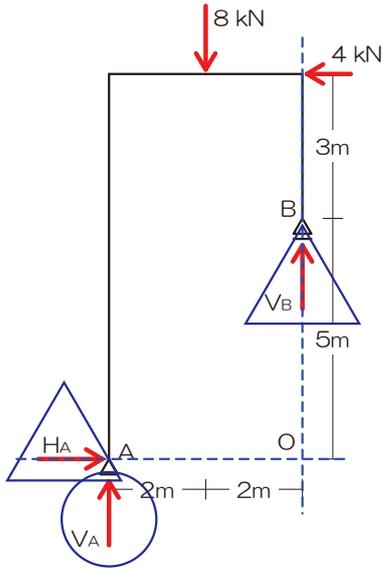


『解法 04』 支点の反力

難度：☆☆☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



V_A を求める

ターゲット以外の未知 2 力の交点 O に着目

$$M_O = +V_A \times 4 - 8 \times 2 - 4 \times 8 = 0$$

$$4V_A - 48 = 0$$

$$V_A = 12 [kN]$$

V_B を求める

$$\sum Y = V_A + V_B - 8 = 0$$

$$12 + V_B - 8 = 0$$

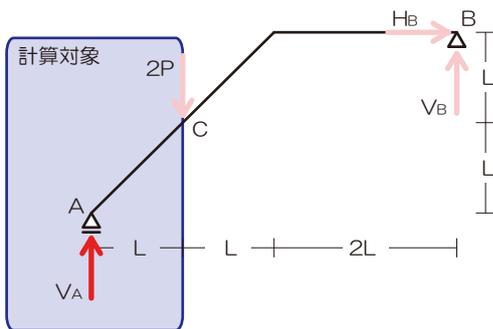
$$V_B = -4 [kN]$$

『解法 05』 梁の応力

難度：☆☆☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



1) 生じる可能性のある反力を図

2) 応力を求めたい点で構造体を切断

3) 計算対象を決定

⇒ 計算対象を左とする

4) もし、未知力が入っていたら、未知力を求める

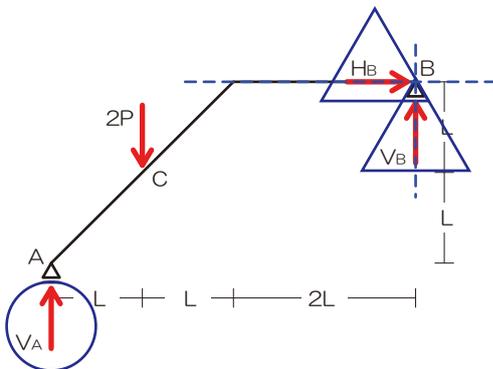
⇒ 反力 V_A を求める

$$M_B = +V_A \times 4L - 2P \times 3L = 0$$

$$V_A = \frac{3P}{2}$$

5) 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

$$M_C = +\frac{3P}{2} \times L = \frac{3PL}{2}$$

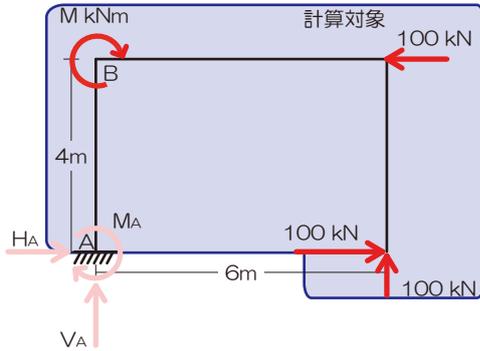


『解法 06』 ラーメンの応力

難度：★★☆

コスパ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) 応力を求めたい点で構造体を切断！
- 3) 計算対象を決定
⇒ 計算対象を右とする
- 4) もし、未知力が入っていたら、未知力を求める
- 5) 曲げモーメントは作用線が交差しない全部の力

$$M_A = +M - 100 \times 4 + 100 \times 0 - 100 \times 6$$

また、A 点の曲げモーメントが 0 であることより

$$M_A = +M - 100 \times 4 + 100 \times 0 - 100 \times 6 = 0$$

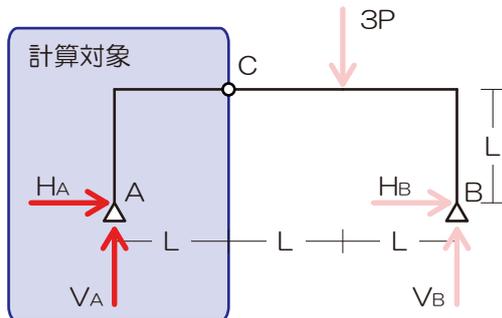
$$M = 1000[kNm]$$

『解法 07』 3 ヒンジラーメン

難度：★★★

コスパ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



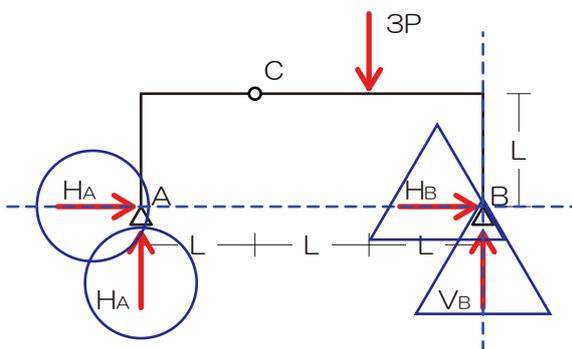
『解法手順 07』 3 ヒンジラーメンの反力

- 1) 生じる可能性のある反力を図示
- 2) ヒンジ点でのモーメント 0 より反力の 1 つを消去

⇒ C 点の曲げモーメントに着目

$$M_C = +V_A - H_A = 0$$

$$V_A = H_A$$



⇒ VA を HA に変換 (VA を消去)

- 3) 以降は力のつり合いより未知力を求める

⇒ ターゲットを HA 系とすると、ターゲット以外の未知力は B 点で交差、B 点のモーメントに着目

$$M_B = +H_A \times 3L - 3P \times L = 0$$

$$H_A = P$$

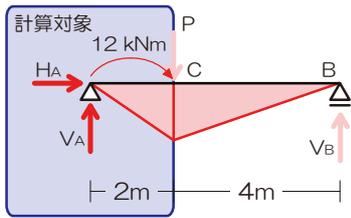


『解法 08』 応力図

難度：★★☆

コスバ：♥♥♥

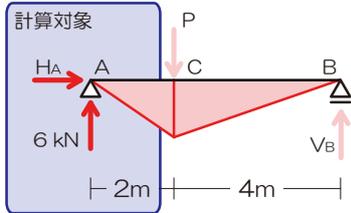
H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



反力を図示し C 点で切断、計算対象は左を選択
C 点に曲げモーメントの影響をあたえるのは V_A のみ
 M_C が 12kNm であることから、

$$V_A \times 2 = 12$$

$$V_A = 6[kN]$$



A-C 間のせん断力を求めるために、A-C 間で切断

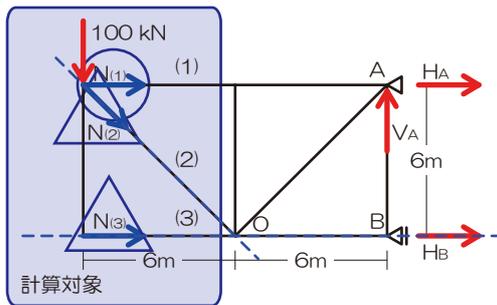
$$Q_{A-C} = 6[kN]$$

『解法 09』 トラス

難度：★★☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



- 1) 反力を図示 ⇒ 左図
- 2) 【切断】面を決定 ⇒ すべて左とする
- 3) 切断された部材内の応力を仮定
⇒ 左各図 $N_{(1)}$ 、 $N_{(2)}$ 、 $N_{(3)}$
- 4) 力のつり合いにて未知力を算定

※ $N_{(1)}$ を求める (交点 O に着目)

$$M_O = -100 \times 6 + N_{(1)} \times 6 = 0$$

$$N_{(1)} = 100[kN]$$

※ $N_{(2)}$ を求める (縦の力のつり合い)

45 度のちっこい三角形より $N_{(2)y}$ を求める

$$N_D = N_{DY} \times \sqrt{2}$$

$$N_D = \sqrt{2}[kN]$$

計算対象側の縦方向の力は荷重 100[kN] と $N_{(2)}$ の縦成分である $N_{(2)y}$ のみ

$$\sum Y = -100 - N_{(2)} \times \frac{1}{\sqrt{2}} = 0$$

$$N_{(2)} = -100\sqrt{2}[kN]$$

※ $N_{(3)}$ を求める (交点 Q に着目)

$$M_Q = -N_{(3)} \times 6 = 0$$

$$N_{(3)} = 0[kN]$$

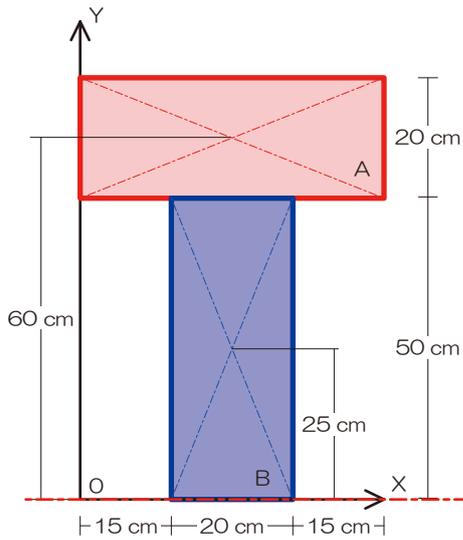


『解法 10』 図心 (断面 1 次 M)

難度：☆☆☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



- 1) 軸を確認 ⇒ 今回は底部
- 2) 矩形 (長方形) に分割 ⇒ 左図
- 3) 断面全体の断面 1 次モーメントを求める

⇒ 合算可能なのは軸が同一の場合のみね!

$$S_{All} = S_A + S_B$$

$$S_{All} = (20 \times 50) \times 60 + (50 \times 20) \times 25$$

- 4) 断面 1 次モーメントの合計を全断面積で除す

⇒ 断面全体の面積を求める

$$A_{All} = A_A + A_B$$

$$A_{All} = (20 \times 50) + (50 \times 20)$$

⇒ 図心の位置を求める

$$y = \frac{S_{All}}{A_{All}}$$

$$y = \frac{(20 \times 50) \times 60 + (50 \times 20) \times 25}{(20 \times 50) + (50 \times 20)}$$

$$y = \frac{(20 \times 50) \times 60 + (50 \times 20) \times 25}{(20 \times 50) + (50 \times 20)}$$

$$y = \frac{60 + 25}{2}$$

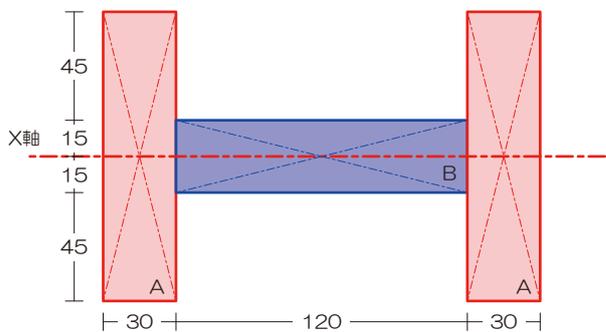
$$y = 42.5[cm]$$

『解法 11』 断面 2 次モーメント

難度：☆☆☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



- 1) 軸チェック ⇒ X 軸
- 2) 図心が等しくなるように断面を分割 ⇒ 左図
- 3) 各断面の断面 2 次モーメントを求め足し引き

$$I = I_A + I_B \times 2$$

$$I_A = \frac{120 \times 30 \times 30 \times 30}{12}$$

$$I_B = \frac{30 \times 120 \times 120 \times 120}{12}$$

$$I = \frac{120 \times 30 \times 30 \times 30}{12} + \frac{30 \times 120 \times 120 \times 120}{12} \times 2$$

$$I = \frac{120 \times 30}{12} (30 \times 30 + 120 \times 120 \times 2)$$

$$I = 8910000$$

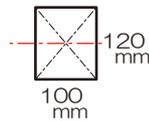
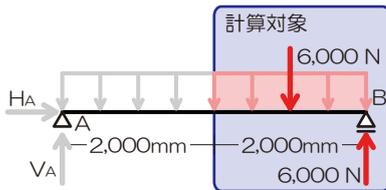
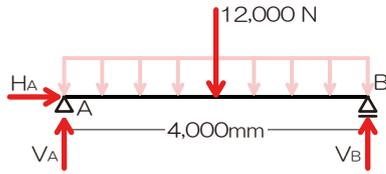


『解法 12』 応力度

難度：★★★★

コスバ：♥♡♡

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



- 1) 反力を図示
- 2) 応力が切り替わる可能性のある箇所をチェック
⇒ A点とB点と梁中央
- 3) 単位を[N][mm]に変換
- 4) 生じる最大の応力を求める(解法: 応力参照)
⇒ 梁中央の曲げモーメントを求める

$$M_C = +6,000 \times 1,000 - 6,000 \times 2,000$$

$$M_C = -6,000,000$$

$$M_C = 6,000,000 [Nmm]$$

- 5) 断面諸係数を求める(解法: 断面係数等参照)
⇒ 断面係数は(矩形なので)

$$Z = \frac{bh^2}{6}$$

$$Z = \frac{100 \times 120 \times 120}{6} [mm^3]$$

- 6) 最大の応力度を求める

$$\sigma_M = \frac{M}{Z}$$

$$\sigma_M = \frac{6,000,000}{1} \times \frac{6}{100 \times 120 \times 120}$$

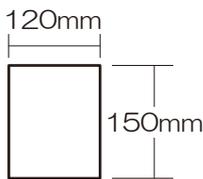
$$\sigma_M = 25 [N/mm^2]$$

『解法 13』 許容応力度

難度：★★★★

コスバ：♥♡♡

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



- 1) 反力を図示 ⇒ 不要
- 2) 応力が切り替わる可能性のある箇所
をチェック ⇒ 不要
- 3) 単位を[N][mm]に変換 ⇒ 不要
- 4) 生じる最大の応力を求める(解法: 応力参照)
⇒ 許容せん断応力度をQとする
- 6) 最大の応力度を求める

$$\tau = \frac{Q}{A} \times \frac{3}{2}$$

$$\tau = \frac{Q \times 3}{120 \times 150 \times 2}$$

- 5) 断面諸係数を求める ⇒ 断面積は
 $A = 120 \times 150 [mm^2]$
- 7) 許容応力度計算

$$\tau \leq f$$

$$\frac{Q \times 3}{120 \times 150 \times 2} \leq 1.5$$

$$Q \leq \frac{1.5 \times 120 \times 150 \times 2}{3}$$

$$Q \leq 18,000 [N]$$

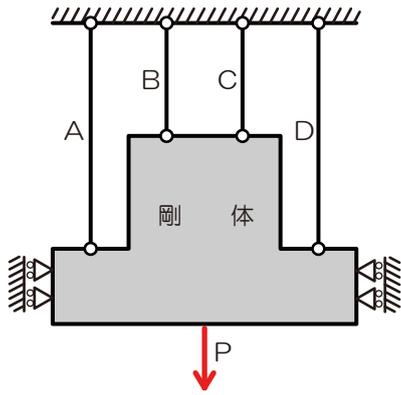


『解法 14』 ひずみ

難度：☆☆☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



	ヤング係数	材の長さ
A	200	200
B	200	100
C	100	100
C	100	200

1) ひずみの公式より各材のひずみを求める

$$\Delta l_A = \frac{N_A \times 200}{A \times 200} \quad , \quad \Delta l_B = \frac{N_B \times 100}{A \times 200} \quad ,$$

$$\Delta l_C = \frac{N_C \times 100}{A \times 100} \quad , \quad \Delta l_D = \frac{N_D \times 200}{A \times 100}$$

ひずみが等しいので

$$\frac{N_A \times 200}{A \times 200} = \frac{N_B \times 100}{A \times 200} = \frac{N_C \times 100}{A \times 100} = \frac{N_D \times 200}{A \times 100}$$

$$N_A = \frac{N_B}{2} = N_C = 2N_D$$

ゆえに軸方向力の大小関係は

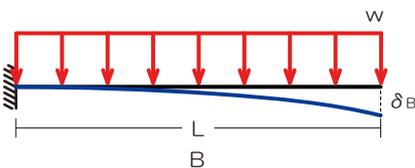
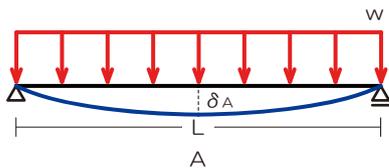
$$N_B > N_A > N_C > N_D$$

『解法 15』 たわみ

難度：☆☆☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



梁 A、B のたわみ

$$\delta_A = \frac{5wL^4}{384EI} \quad , \quad \delta_B = \frac{wL^4}{8EI}$$

両者の比は

$$\delta_A : \delta_B = \frac{5wL^4}{384EI} : \frac{wL^4}{8EI}$$

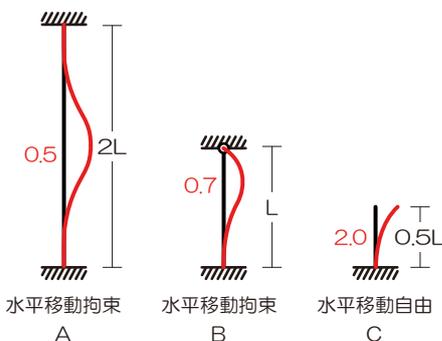
$$\delta_A : \delta_B = 5 : 48$$

『解法 16』 座屈

難度：☆☆☆

コスバ：♥♥♥

H27 H26 H25 H24 H23
H22 H21 H20 H19 H18



座屈の様子を図示し座屈長さを求める

$$l_{kA} = 0.5 \times 2.0L = 1.0L$$

$$l_{kB} = 0.7 \times 1.0L = 0.7L$$

$$l_{kC} = 2.0 \times 0.5L = 1.0L$$

$$l_{kB} < l_{kA} = l_{kC}$$

弾性座屈荷重の大小を比較

$$P_B > P_A = P_C$$



